

A nitrogénműtrágyák hatása a silókukorica hozamára és a talajbiológiai folyamatokra

BREZOVCSEKNÉ ANTAL MÁRIA,¹ GULYÁS FERENC¹ és TÓTH BENEDEK²

¹MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest és ²Ipari Minisztérium Nehézevegypari Kutató Intézete, Kemizálási Szolgálat, Keszthely

A műtrágyák a magasabb rendű növényekre gyakorolt hatásukon túlmenően jelentősen befolyásolják a talajmikroflóra mennyiségi és minőségi összetételét is [3, 6], aminek a változása viszont lényeges mértékben befolyásolja a talajokban végbemenő folyamatokat [2, 5].

TÓTH [7] rámutatott arra, hogy a talajban élő baktériumok, sugárgombák és gombák nem egyformán reagálnak a különböző N-műtrágyaféleségekre. Felhívta a figyelmet egyben arra is, hogy a különböző N-műtrágyák alkalmazása mellett eltérően alakul a talajba kerülő növényi maradványok lebomlásának üteme.

NAPLEKOVA [4] megállapításai szerint a cellulózbontó baktériumok nitrát nitrogénforrás jelenlétében bizonyultak a legaktívabbnak. Ugyanakkor a gombák közül a különböző *Chaetomium* fajok ammónium-nitrogén jelenlétében is jól növekedtek cellulózon.

Munkánk során célkitűzésünk volt a különböző N-műtrágyaféleségek talaj-mikroszervezetekre gyakorolt hatásának megállapítása. Laboratóriumi és tenyészedény-kísérletben vizsgáltuk a pétisó, az ammónium-nitrát, a karbamid és az UAN-oldat (Nitrosol-28) hatását a búzaszalma és a kukoricaszár lebomlására, valamint a mikrobaszám mennyiségi alakulására.

Anyag és módszer

Mind a laboratóriumi, mind a tenyészedény-kísérleteket kétféle talajjal — a Keszthely környékéről származó Ramann-féle barna erdőtalajjal és az MTA TAKI Órbottyáni Kísérleti Telepéről begyűjtött, gyengén humuszos, karbonátos homoktalajjal — állítottuk be.

A talajmintákat a 0—20 cm-es szántott rétegből vettük, főbb agrokémiai jellemzőiket az 1. táblázatban közöljük. A nitrogénműtrágyákat a Nehézevegypari Kutató Intézet Kemizálási Szolgálata bocsátotta rendelkezésünkre, N-tartalmuk a következő: NH_4NO_3 : 34,26%; karbamid: 46,33%; Nitrosol-28: 27,21%; pétisó: 25,55%. A szervesanyagtesztekhez szükséges növényi maradványok (búzaszalma és kukoricaszár) a NEVIKI Keszthelyi Osztályának Telepéről származtak. A felaprított

búzaszalma esetében ügyeltünk a megfelelő levél- és szárárányra, míg a kukoricaszár-tesztek készítésekor a szár középső szakaszából kivágott, közel azonos átmérőjű ízeket használtunk fel. Az 5 cm hosszú kukoricaszár-darabokat négy részre hasítottuk, biztosítva a közel azonos felületet és kémiai összetételt.

1. táblázat

A vizsgált talajok főbb agrokémiai jellemzői

(1) Talajvizsgáló jellemzők	(2) Talajminta származási helye	
	Keszthely	Örbottyán
pH(KCl)	6,77	7,03
a) K_A	28	24
b) Összes oldható só, ‰	0,05	0,0
CaCO ₃ ‰	0,8	2,0
c) Humusz ‰ (Tyurin szerint)	1,97	1,07
NO ₃ -N, ppm	35,9	10,0
NH ₄ -N, ppm	43,5	4,5
d) AL-oldható P ₂ O ₅ , ppm	350,0	48,0
e) AL-oldható K ₂ O, ppm	298,0	100,0
Mg, ppm (KCl)	309,0	118,0
Na, ppm (AL)	35,0	28,0
Zn, ppm (EDTA)	5,9	1,2
Cu, ppm (EDTA)	4,7	2,6
Mn, ppm (EDTA)	> 50,0	> 50,0
SO ₄ ²⁻ , ppm	25,5	16,5

A felaprított búzaszalmából és kukoricaszár-szegmentekből 2—2 g abszolút száraz szerves anyagot mértünk be a 6 × 6 cm méretű műszálszövet tasakokba.

A talajlégzés vizsgálatánál alkalmazott szénforrás cellulózpor volt, mely a Macherey—Nagel cég (NSZK) MN-30 jelű készítménye.

A tenyészedény-kísérlet kezeléseit és az alkalmazott tápanyagmennyiségeket a 2. táblázatban közöljük.

A foszfortápanyagot teljes egészében, a káliumot pedig 640 mg/edény KH₂PO₄-, valamint 240 mg/edény KHCO₃-adagokban juttattuk a talajba. A tápanyagokat 2 kg légszáraz talajba kevertük vizes oldat formájában, az edények aljára 150 g kavicsdrént terítettünk. Az edényekbe helyezett 2—2 szervesanyagteszt 4—5 cm-es talajtakarást kapott.

Kísérleti növényként silókukoricát vetettünk. Edényenként 6 növényt neveltünk fel és 8—10 leveles korukban vágtuk le. A tenyészedényenkénti silókukorica-hozamot abszolút száraz állapotban mértük. A szervesanyagpróbákat 90 napos érlelés után emeltük ki a talajból. Meghatároztuk a búzaszalma- és a kukoricaszár-tesztek súlycsökkenését, majd a maradék szerves anyagot frakcióanalízisnek vetettük alá. Ennek során szétválasztottuk a ligninmentes anyagokat (cellulóz, hemicellulóz, N-tartalmú szerves komponensek) a 72%-os kénsavban meghatározható ligninfrakció-tól [1].

A mikrobaszám jellemzéséhez a húspepton agaron kifejlődő baktériumok, a Jensen-féle kazein-glükóz agaron kifejlődő sugárgombák és a Martin-agaron növekvő gombák számát határoztuk meg. A talajmintákat a tenyészedények talajából vettük a szervesanyagtesztek kiemelését megelőzően. A mikrobaszám-meghatározásokat a

2. táblázat
A kísérlet kezelése és az alkalmazott tápanyagadagok

(1) Kezelés	(2) Műtrágya-hatóanyag, mg/edény			(3) N-műtrágya, g/edény
	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	
a) Kontroll	0	0	0	—
PK	334	334	0	—
NH ₄ NO ₃ I.	334	334	107	312
NH ₄ NO ₃ II.	334	334	214	624
b) Karbamid I.	334	334	107	230
Karbamid II.	334	334	214	461
Nitrosol I.	334	334	107	392
Nitrosol II.	334	334	214	784
c) Pétió I.	334	334	107	418
Pétió II.	334	334	214	836

mintavétel után azonnal megkezdjük, így gyakorlatilag friss minták kerültek feldolgozásra. A csíraszámolásokat a hígítási szélesztési eljárás szabályainak megfelelően végeztük el, négy ismétléssel. Ezzel egyidejűleg meghatároztuk a talajminták nedvességtartalmát. A mikrobaszámadatokat 1 g abszolút száraz talajra vonatkoztattuk. A kísérleti eredmények megbízhatóságát variancia-analízissel bíráltuk el.

Az eredmények ismertetése

A növényi hozam alakulása

A tenyészedényekben termett silókukorica abszolút száraz terméssúlyának adatait kéttényezős variancia-analízissel értékeltük. Ennek eredményeit a 3. táblázatban mutatjuk be. Az eredményekből kitűnik, hogy a N-műtrágyázás szignifikáns terméstöbbleteket eredményezett mind a trágyázatlan kontroll, mind pedig az egyoldalú PK-tápanyagellátásban részesült variánshoz viszonyítva. A tényezők hatását külön-külön értékelve megállapítható, hogy a talajok átlagában tekintve a kontrollokhöz viszonyítva minden esetben szignifikánsak a különbségek; az adagok emelése mind a négy vizsgált N-műtrágya esetében szintén szignifikánsan növelte a terméshozamot. A műtrágyakezelések átlagában számolva a növényi hozam szignifikánsan kisebb volt a karbonátos homoktalajon, mintegy 66%-a a barna erdőtalajon elért terméseredménynek.

A kombinációk közötti különbségeket értékelve elmondható, hogy a kontrollokhöz viszonyított egyértelmű kezeléshatások mellett a különböző N-műtrágyák két

eltérő dózisa hatására is szignifikánsan igazolt különbségek jöttek létre, azaz a magasabb N-műtrágyaadag egy eset kivételével szignifikáns terméstöbbletet eredményezett. A műtrágyahatások kifejezettebbek a karbonátos homoktalajon, mint a barna erdőtalajon termett silókukorica hozama esetében. Ez a két talaj eredendően eltérő termékenységevel magyarázható.

3. táblázat

A N-műtrágyák hatása a silókukorica hozamára
(abszolút száraz súly, g/tenyészedény)

(1) Kezelés	(2) Barna erdőtalaj	(3) Karbonátos homok	(4) Átlag
a) Kontroll I.	9,45	3,90	6,67
PK	10,40	4,10	7,25
NH ₄ NO ₃ I.	14,80	10,42	12,61
NH ₄ NO ₃ II.	17,67	13,25	15,46
b) Karbamid I.	16,22	9,85	13,03
Karbamid II.	16,80	11,90	14,35
Nitrosol I.	14,00	10,10	12,05
Nitrosol II.	16,60	13,52	15,06
c) Pétisó I.	15,62	11,02	13,32
Pétisó II.	18,87	13,62	16,24
d) SzD _{5%}		1,59	1,12
Átlag	15,05	10,17	

A búzaszalma és a kukoricaszár lebontása

A tenyészedényekbe lehelyezett szervesanyagteszteket az expozíció befejeztével kiemeltük a talajból. Megállapítottuk a súlycsökkenésüket, majd a maradék szerves anyagot frakcióanalízisnek vetettük alá. Ennek során meghatároztuk a búzaszalma és a kukoricaszár ligninmentes részét összevontan és a lignintartalmat. A kezeletlen búzaszalma lignintartalma 21% volt, a ligninmentes rész 79%, ugyanezek a kukoricaszárban 20,5 és 79,5%.

A búzaszalma és a kukoricaszár súlyvesztésének adatait variancia-analízissel értékeltük.

A 4. táblázatban bemutatjuk a búzaszalma és a kukoricaszár elbomlásának mértékét. Az adatokból látható, hogy az ásványi tápanyagokkal, felvehető foszforral, káliummal és nitrogénnel jól ellátott keszthelyi talajon a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva csupán a nagyadagú pétisó fokozta szignifikánsan a szalma lebontását. Ugyanakkor a felvehető tápanyagokban szegény, karbonátos homoktalajban a kisadagú NH₄NO₃-kezelést kivéve minden egyes N-műtrágyakezelés szignifikánsan növelte a búzaszalma mineralizációját a kontrollhoz viszonyítva. A kukoricaszár lebontása eltérően alakult, csupán a karbonátos homokon mutatkoztak szignifikáns bontási különbségek az egyes nitrogénműtrágyák, ill. -adagok hatására. Szignifikánsan növelte a kukoricaszár lebontását a pétisó és a karbamid mindkét adagja, valamint

az ammónium-nitrát és a Nitrosol egyik dózisa. A kukoricaszár lebontásának mértéke elmarad a búzaszalma mineralizációja mögött. Oka valószínűleg a kétféle szerves anyag eltérő fizikai, kémiai szerkezetén túlmenően azok eltérő aprítottsági foka.

A különböző N-műtrágyáknak a növényi maradványok lebontására gyakorolt hatását vizsgálva megállapítottuk, hogy azonos műtrágyázási szinten szignifikáns különbségek nem léptek fel, ill. csak a karbamid I. dózisa és a kisadagú ammónium-nitrát között mutatkoztak, az előbbi javára.

4. táblázat

A N-műtrágyák hatása a búzaszalma és a kukoricaszár lebontására
(elbontott anyag, g/tenyészedény)

(1) Kezelés	(2) Búzaszalma		(5) Kukoricaszár	
	(3) barna erdőtálat	(4) karbonátos homok	(3) barna erdőtálat	(4) karbonátos homok
a) Kontroll	1,04	0,91	0,79	0,47
PK	1,03	1,06	0,86	0,65
NH ₄ NO ₃ I.	0,95	1,02	0,80	0,87
NH ₄ NO ₃ II.	1,10	1,25	0,89	0,74
b) Karbamid I.	1,02	1,22	0,70	0,79
Karbamid II.	1,07	1,22	0,76	1,04
Nitrosol I.	1,10	1,16	0,80	0,71
Nitrosol II.	1,06	1,16	0,89	0,89
c) Pétisó I.	1,05	1,14	0,73	0,87
Pétisó II.	1,20	1,16	0,88	0,87
d) SzD _{5%}	0,155		0,29	
e) Átlag	1,06	1,13	0,81	0,79

5. táblázat

A N-műtrágyák hatása a búzaszalma és a kukoricaszár
lignintartalmának lebontására (maradék lignintartalom, mg/teszt)

(1) Kezelés	(2) Barna erdőtálat		(5) Karbonátos homok	
	(3) Búzaszalma	(4) Kukoricaszár	(3) Búzaszalma	(4) Kukoricaszár
a) Kontroll	335	325	330	357
PK	317	365	352	345
NH ₄ NO ₃ I.	380	377	322	315
NH ₄ NO ₃ II.	357	315	307	347
b) Karbamid I.	357	340	307	377
Karbamid II.	335	330	392	340
Nitrosol I.	352	375	302	360
Nitrosol II.	372	330	312	327
c) Pétisó I.	367	362	307	347
Pétisó II.	330	355	325	315

A búzaszalma és a kukoricaszár maradék szerves anyaga lignintartalmának alakulását — a 4 ismételtségből számított átlagadatokkal összefoglalóan — az 5. táblázat mutatja be. A búzaszalma eredeti lignintartalma 420 mg/2 g, a kukoricaszáré 410 mg/2 g volt.

6. táblázat

A búzaszalma és a kukoricaszár elbomlott és maradék részének frakció-összetétele

(1) Kezelés	(2) Búzaszalma				(8) Kukoricaszár			
	(3) Elbontott szerves anyag			(7) Lignin a maradék szalmában	(3) Elbontott szerves anyag			(10) Lignin a maradék szárban
	(4) Szalma	(5) Lignin- mentes rész	(6) Lignin		(9) Szár	(5) Lignin- mentes rész	(6) Lignin	
	o/o							

A. Barna erdőtalaj

a) Kontroll	52,0	63,0	20,2	34,8	39,4	44,6	20,7	26,8
PK	51,5	58,7	24,5	32,7	34,1	51,4	11,0	32,0
NH ₄ NO ₃ I.	47,5	57,6	9,5	36,2	40,2	48,6	8,0	31,7
NH ₄ NO ₃ II.	55,0	65,6	15,0	39,7	44,6	50,1	23,2	28,4
b) Karbamid I.	51,0	66,9	15,0	36,4	35,1	39,7	17,1	26,2
Karbamid II.	53,5	62,3	20,2	36,0	38,1	42,9	19,5	26,6
Nitrosol I.	55,0	65,3	16,2	39,0	41,6	50,1	8,5	33,5
Nitrosol II.	53,0	64,0	11,4	39,6	42,2	50,6	19,5	29,8
c) Pétisó I.	52,5	63,1	12,6	38,6	37,2	43,8	11,7	30,0
Pétisó II.	60,0	70,3	21,4	41,2	43,9	51,7	13,4	31,7

B. Karbonátos homok

a) Kontroll	45,5	51,9	21,4	30,3	23,5	26,2	12,9	23,3
PK	53,0	62,8	16,2	37,4	32,4	36,7	15,9	25,5
NH ₄ NO ₃ I.	51,0	58,4	23,3	32,9	43,3	48,4	23,2	27,9
NH ₄ NO ₃ II.	62,5	72,0	26,9	40,9	36,7	42,3	15,4	27,5
b) Karbamid I.	61,0	70,1	26,9	39,4	39,3	47,3	8,0	30,9
Karbamid II.	61,0	69,0	30,5	37,4	52,0	61,0	17,1	35,4
Nitrosol I.	58,0	65,9	28,1	35,9	35,2	41,2	12,2	27,9
Nitrosol II.	58,0	66,6	25,7	37,1	44,7	50,9	20,2	29,5
c) Pétisó I.	57,0	65,0	26,9	35,7	34,3	50,6	15,4	34,7
Pétisó II.	58,0	67,4	22,6	38,7	43,6	48,9	23,2	27,9
100%	2,0 g	1,58 g	0,42 g	—	2,00 g	1,59 g	0,41 g	—

Az adatokból látható, hogy mindkét növényi maradvány lignintartalma igen lassan mineralizálódott. Az érlelés három hónapja alatt a szervesanyagtesztek eredeti lignintartalmának 8—30%-a bomlott le. A búzaszalma ligninfrakciójának lebontási üteme általában meghaladta a kukoricaszár ligninleépítésének ütemét. A lignin és a szerkezeti polimerek eltérő mineralizációs üteme azzal jár, hogy a maradék szerves

anyagban a ligninfrakció relatív mennyisége megnövekszik. Így a szalma mineralizációs maradékában elérte a lignintartalom a 30—41%-os értéket, a kukoricaszár esetében 23—35% között változott (6. táblázat). A legmagasabb ligninbontási értékeket a búzaszalma esetében barna erdőtalajban a PK-kontrollnál, valamint a pétisó és a karbamid magasabb adagjainál mértük. Karbonátos homoktalajon a karbamid és Nitrosol segítette jobban a szalma lignintartalmának lebomlását. A kukoricaszár esetében barna erdőtalajon az NH_4NO_3 , homoktalajon az NH_4NO_3 és a pétisó segítette a lignin lebontását.

*A mikroszervezetek számának alakulása a különböző
N-műtrágyakezelések hatására*

Az eltérő kezelésű talajminták baktérium-, sugárgomba- és gombaszámának alakulását a 7. táblázatban mutatjuk be, a négy ismétlésből számított átlagértékek és az $\text{SzD}_{5\%}$ -szinten számított különbségek feltüntetésével.

A különböző mikrobacsoportok számának alakulását külön-külön, kéttényezős variancia-analízissel értékeltük, amelynek eredményeit szintén a 7. táblázatban foglaltuk össze.

A húspepton agaron kifejlődő baktériumok száma az egyoldalú PK-trágyázás hatására a barna erdőtalaj esetében csökkent a kezeletlen talajminták baktériumszámához viszonyítva. Ennek ellenkezője volt tapasztalható a homoktalaj esetében, ahol a PK-trágyázás szignifikánsan növelte a baktériumok számát. Ez valószínűleg a homoktalaj eredetileg alacsony PK-szintjének tudható be.

A barna erdőtalaj esetében a kontrolltalajban kapott értékhez viszonyítva szignifikánsan magasabb baktériumszámot kaptunk az ammónium-nitrát I.—II., a karbamid I.—II. és a pétisó I. adagok hatására. A többi kezelés esetében a különbségek statisztikailag nem igazolhatók. A homoktalajjal beállított tenyészedény-kísérletben minden egyes műtrágyakezelés szignifikánsan növelte a baktériumok számát a kontrollmintákban mért értékekhez viszonyítva.

Lényegében ugyanez a tendencia vonatkozik a vizsgált talajok sugárgombaszámának alakulására is. Csak a barna erdőtalaj esetében, a PK-kezelés hatására csökkent a sugárgombák száma a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva, míg a többi esetben növekvő sugárgombaszámot tapasztaltunk. E különbségek barna erdőtalaj esetében az ammónium-nitrát I.—II., a karbamid I.—II., Nitrosol II. és pétisó II., a karbonátos homoktalajban az ammónium-nitrát I., a karbamid I.—II., a Nitrosol I.—II. és a pétisó I.—II. kezelések hatására voltak igazolhatók.

A mikroszkópikus gombák száma a különböző kezelések hatására a két talajnál eltérő módon változik. A barna erdőtalaj esetében a kezeletlen kontrollhoz viszonyítva általában nőtt, de a növekedés csak a karbamid I.—II. és a pétisó II. adagok jelenlétében volt szignifikáns. A karbonátos homoktalajnál a kontrollmintához viszonyítva szignifikánsan csökkent a gombaszám a karbamid I.—II., a Nitrosol I., és a pétisó I. kezelés hatására. Ugyanakkor a PK-kontrollhoz viszonyítva a csökkenés már minimális és nem szignifikáns.

Amint az összevont variancia-analízis adataiból (7. táblázat) is kitűnik, az A- és B-tényező közötti kölcsönhatás $P=0,1\%$ -os szinten is szignifikáns. Ezek szerint tehát a

különböző nitrogénműtrágyák hatása a különböző talajok mikrobacsoportjaira eltérő, a talajok fizikai-kémiai sajátosságaitól, a műtrágyaformától és valószínűleg a termesztett növény tápanyagigényétől, valamint egyéb élettani tulajdonságaitól függően.

7. táblázat

A baktérium-, sugárgomba- és gombaszám alakulása N-műtrágyázás hatására
(Összevont eredmény- és variancia-táblázat)

(1) Kezelések	(2) Barna erdőtalaj				(7) Karbonátos homok			
	(3) Baktérium- szám $\times 10^6$	(4) Sugár- gomba- szám $\times 10^6$	(5) Gomba- szám $\times 10^5$	(6) Összes csíra- szám $\times 10^6$	(3) Baktérium- szám $\times 10^6$	(4) Sugár- gomba- szám $\times 10^6$	(5) Gomba- szám $\times 10^5$	(6) Összes csíra- szám $\times 10^6$
	1 g abszolút száraz talajra számolva							
a) Kontroll	3,85	3,64	1,51	7,64	1,73	0,99	4,17	3,14
PK	2,88	2,99	1,46	6,02	5,29	1,50	2,83	7,07
NH ₄ NO ₃ I.	6,77	5,30	2,10	12,28	4,51	2,25	3,85	7,15
NH ₄ NO ₃ II.	9,74	6,74	2,07	16,19	6,34	2,62	4,86	9,45
b) Karbamid I.	16,42	7,31	3,56	24,09	8,21	3,10	2,76	11,58
Karbamid II.	9,10	7,67	3,11	17,08	4,73	3,10	2,75	8,11
Nitrosol I.	4,43	4,40	2,35	9,07	4,30	3,91	2,32	8,44
Nitrosol II.	4,96	5,63	1,96	10,79	4,33	2,81	3,53	7,49
c) Pétisó I.	5,88	4,68	2,85	10,85	4,07	3,66	1,95	7,93
Pétisó II.	5,55	5,49	2,13	11,25	4,98	4,76	3,85	10,12
d) SzD _{5%} , bármely két kombináció között	1,94	1,45	1,01					

(8)

Összevont variancia-táblázat

(9) Tényező	(10) FG	(3) Baktériumszám		(4) Sugárgombaszám		(5) Gombaszám	
		(11) SQ	(12) MQ	SQ	MQ	SQ	MQ
e) Összes	79	836,71		304,38		99,22	
f) Ismétlés	3	0,131		1,23		5,00	
g) Kezelés	19	730,75	38,46***	243,30	12,81***	65,59	3,45***
h) A-tényező	1	92,08	92,08*	116,93	116,93**	19,27	19,27**
i) B-tényező	9	503,57	55,95**	90,69	10,08	11,69	1,30
j) (A \times B) kölcsönhatás	9	135,09	15,00***	35,68	3,96***	34,63	3,848**
k) Hiba	57	105,83	1,86	59,85	1,05*	28,63	0,50

*** $P = 99,9\%$;

** $P = 99\%$;

* $P = 95\%$

Összefoglalás

Silókukorica kísérleti növényvel beállított tenyészedény-kísérleteket és laboratóriumi vizsgálatokat folytattunk annak megállapítására, hogy a különböző N-műtrágyaformák (ammónium-nitrát, karbamid, Nitrosol-28 és pétisó) milyen mértékben befolyásolják a kísérleti növény hozamát, a kukoricaszár és a búzaszalma mineralizációját, valamint a talajminták baktérium-, sugárgomba- és gombaszámának alakulását.

A tenyészedény-kísérletet Ramann-féle barna erdőtalajról (Keszthely) és gyengén humuszos, meszes homoktalajról (Örbottyán) begyűjtött talajmintával állítottuk be. A kísérletek eredményei az alábbiakban összegezhetők:

A N-műtrágyázás szignifikáns terméstöbbletet eredményezett mind a trágyázatlan kontrollhoz, mind pedig az egyoldalú PK-tápanyagellátásban részesült variánshoz viszonyítva.

A felvehető ásványi tápanyagokkal jól ellátott erdőtalajban csupán a pétisó fokozta szignifikánsan a búzaszalma mineralizációját, a kukoricaszár elbontását azonban a N-műtrágyák alkalmazása nem befolyásolta szignifikánsan. A felvehető tápanyagokban szegény karbonátos homoktalajban — a kisebbik adagú NH_4NO_3 -kezelés kivételével — minden egyes N-trágyázási kezelés szignifikánsan növelte a búzaszalma lebomlását. A kukoricaszár mineralizációját ezen a talajon csupán a Nitrosol kisebbik adagja nem növelte szignifikánsan.

Az egyoldalú PK-trágyázás a karbonátos homoktalajban a kontrollhoz viszonyítva a baktériumok és sugárgombák számának emelkedését, a barna erdőtalajban viszont a csökkenését eredményezte.

A PK-trágyázási alapon alkalmazott N-műtrágyázás hatására Ramann-féle erdőtalajban emelkedett a baktériumok, sugárgombák és gombák száma a trágyázatlan kontrollhoz viszonyítva; karbonátos homokban a baktériumok és sugárgombák száma a kontrollhoz viszonyítva szintén emelkedett, a gombák száma azonban általában csökkent, az NH_4NO_3 -kezeléseket kivéve.

Irodalom

- [1] KOMAROV, F. P.: Rukovodstvo k laboratornnüm rabotam po himii dreveszinü i celljulozü. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1934.
- [2] MÜLLER, G.: Bodenbiologie. Fischer Verlag. Jena. 1965.
- [3] MYSKOW, W.: Transformation of soil organic matter as influenced by intensive nitrogen fertilization. In: Humus et Planta V. Prague. 197—205. 1971.
- [4] NAPLEKOVA, N. N.: Aerobnoe razlozhenie celljulozü mikroorganizmami v pocsvah zapadnoj szibiri. Izd. Nauka. Szibirszkoe otd. Novoszibirszk. 1974.
- [5] NOVÁK, B. & APFELTHALER, R.: Effect of manuring and fertilizing on carbon and nitrogen transformations in soil. In: Humus et Planta V. Prague. 73—76. 1971.
- [6] POKORNA-KOZOVÁ, J.: Effect of manuring and fertilizing on soil microflora. In: Humus et Planta V. Prague. 81—86. 1971.

- [7] SZEGI, J., GULYÁS, F. & FÜLEKY, GY.: Relationship between the physical and chemical properties and biological activity of soils. In: Trans. Int. Symp. Humus et Planta VIII. Prague, 29 Aug.—3 Sept. 1983. Vol. 1. 167—168. 1983.
- [8] TÓTH B.: A kukoricaszár mikrobiológiai lebontása különböző műtrágyázási körülmények között. Kandidátusi értekezés. 1978.

Érkezett: 1984. február 6.

The Effect of Various N Fertilizers on the Yield of Maize for Silage and on Soil Biological Processes

M. BREZOVCSEK-ANTAL, F. GULYÁS and B. TÓTH

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest
and Research Institute for Heavy Chemical Industries, Keszthely

Summary

Pot experiments were conducted with maize for silage as test plant, and laboratory analyses were carried out to determine how the various N forms (ammonium nitrate, urea, Nitrosol-28 and calcium ammonium nitrate) influence crop yield, the decomposition of maize-stalk and wheat-straw, as well as the number of bacteria, ray fungi and fungi in the soil. In the pot experiments a brown forest soil (according to Ramann) collected near Keszthely, and a slightly humous, calcareous sandy soil from Órbottyán were used.

It was found that, as compared to the control and the PK treatment, N fertilizer application increased the yield significantly.

In the brown forest soil — which is rich in available mineral nutrients — only calcium ammonium nitrate increased the decomposition of wheat-straw in a considerable degree, while that of maize-stalk was not influenced significantly by either N fertilizers. In the calcareous sandy soil — which is poor in available nutrients — every N treatment, with the sole exception of the smaller dose of ammonium nitrate in the case of wheat-straw and of the smaller dose of Nitrosol in the case of maize-stalk, brought about a significant increase in the decomposition of the plant parts.

PK treatment increased the number of bacteria and ray fungi in the calcareous sandy soil, and decreased it in the brown forest soil.

Due to the combined PK and N treatments the number of the investigated soil microorganisms increased in the brown forest soil. The number of bacteria and ray fungi increased, while that of fungi generally decreased in the calcareous sandy soil, except when ammonium nitrate was applied with PK.

Table 1. The relevant characteristics of the soils used in the study. (1) Soil characteristics. a) upper limit of plasticity according to Arany; b) total soluble salt content, %; c) humus content (according to Tyurin), %; d) AL-(ammonium lactate) soluble P_2O_5 , ppm; e) AL-soluble K_2O , ppm. (2) Sampling sites: Keszthely and Órbottyán, Hungary.

Table 2. Treatments and fertilizer doses. (1) Treatments. a) control; b) urea; c) calcium ammonium nitrate. (2) Active agent, mg/pot. (3) N fertilizer, g/pot.

Table 3. The fodder yield of maize as affected by the N fertilizers (absolute dry weight, g/pot). (1) Treatments. a) control; b) urea; c) calcium ammonium nitrate; d) C. D. values at 5%. (2) Brown forest soil. (3) Calcareous sandy soil. (4) Average.

Table 4. The decomposition of wheat-straw and maize-stalk as affected by the N fertilizers (decomposed matter, g/pot). (1) Treatments. For a)—d) see Table 3. (2) Wheat-straw. (3) Brown forest soil. (4) Calcareous sandy soil. (5) Maize-stalk.

Table 5. The decomposition of the lignine contents of wheat-straw and maize-stalk as affected by the N fertilizers (residual lignine content, mg/test). (1) Treatments. For a)—c) see Table 3. (2) Brown forest soil. (3) Wheat-straw. (4) Maize-stalk. (5) Calcareous sandy soil.

Table 6. Fractional composition of the decomposed parts and the remaining parts of wheat-straw and maize-stalk as affected by the treatments. (1) Treatments. For a)—c) see Table 3. (2) Wheat-straw. (3) Decomposed organic matter: (4) Straw, %; (5) Lignine-free part, %; (6) Lignine, %. (7) Lignine content in the remaining straw, %. (8) Maize-stalk. (9) Stalk, %. (10) Lignine content in the remaining stalk, %. A. Brown forest soil. B. Calcareous sandy soil.

Table 7. The number of bacteria, ray fungi and fungi in the soil as affected by the N fertilizers. (1) Treatments. For a)—c) see Table 3. d) C. D. values at 5% between any two combinations. (2) Brown forest soil. (3) Number of bacteria $\times 10^6$; (4) Number of ray fungi $\times 10^6$; (5) Number of fungi $\times 10^5$; (6) Total cell number $\times 10^6$. (7) Calcareous sandy soil. (8) Table of variance. (9) Factor. e) total; f) replication; g) treatment; h) factor A; i) factor B; j) A \times B interaction; k) error. (10) Degrees of freedom. (11) Sum of squares. (12) Mean square.

Wirkung der N-Mineraldünger auf den Ertrag von Silomais und auf die bodenbiologischen Vorgänge

M. BREZOVCSIK-ANTAL, F. GULYÁS und B. TÓTH

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest und Forschungsinstitut der Chemischen Schwerindustrie, Keszthely

Zusammenfassung

Es wurden Gefäßversuche mit Silomais als Versuchspflanze und Laboratoriumsversuche durchgeführt um festzustellen in welchem Masse die verschiedenen N-Mineraldünger (Ammoniumnitrat, Harnstoff, Nitrosol-28 und Kalkammonsalpeter) den Ertrag der Pflanzen, die Mineralisierung der Maisstengel und des Weizenstrohs, sowie die Gestaltung der Anzahl der Bakterien, der Strahlenpilze und der Pilze im Boden beeinflussen. Zu den Gefäßversuchen verwendeten wir einen Ramann'schen braunen Waldboden (Keszthely) und einen schwach humosen, kalkhaltigen Sandboden (Örbottyán). Die Resultate können im folgenden zusammengefasst werden:

In den mit N gedüngten Varianten ergab sich ein signifikanter Mehrertrag den ungedüngten, wie auch den nur mit PK-Nährstoffen versorgten Varianten gegenüber.

In dem mit aufnehmbaren Nährstoffen gut versorgten Waldboden steigerte nur der Kalkammonsalpeter die Mineralisierung des Weizenstrohs signifikant, die Zersetzung der Maisstengel wurde von keinem der N-Dünger signifikant beeinflusst. In dem karbonathaltigen, an aufnehmbaren Nährstoffen armen Sandboden erhöhte — mit Ausnahme der niederen NH_4NO_3 -Gabe — jede N-Düngerbehandlung die Zersetzung des Weizenstrohs auf signifikante Weise. Die Mineralisierung der Maisstengel wurde in diesem Boden nur durch die niedere Gabe von Nitrosol-28 nicht signifikant erhöht.

Die einseitige PK-Düngung hatte in dem karbonathaltigen Sandboden — im Verhältnis zur Kontrolle — eine Zunahme der Anzahl der Bakterien und der Strahlenpilze, in dem braunen Waldboden hingegen eine Abnahme zur Folge.

Infolge der mit einer PK-Grunddüngung angewendeten N-Düngung erhöhte sich in dem Ramann'schen braunen Waldboden die Anzahl der Bakterien, Strahlenpilze und Pilze im Verhältnis zur ungedüngten Kontrolle, in dem karbonathaltigen Sandboden nahm die Anzahl der Bakterien und Strahlenpilze im Verhältnis zur Kontrolle ebenfalls zu, diejenige der Pilze aber — ausgenommen in den NH_4NO_3 -Düngungsvarianten — im allgemeinen ab.

Tab. 1. Wichtigere Kennwerte der Versuchsböden. (1) Kennwerte. a) Bindigkeitszahl nach Arany; b) Gesamte lösliche Salzmenge, ‰; c) Humus (nach Tyurin), ‰; d) AL-lösliches P_2O_5 , ppm; e) AL-lösliches K_2O , ppm. (2) Herkunftsort der Bodenproben: Keszthely und Órbottyán (Ungarn).

Tab. 2. Versuchsvarianten und Nährstoffgaben. (1) Variante. a) Kontrolle (ungedüngt); b) Harnstoff; c) Kalkammonsalpeter. (2) Düngerwirkstoff, mg/Gefäß. (3) N-Mineraldünger, g/Gefäß.

Tab. 3. Wirkung des N-Düngers auf den Ertrag von Silomais (abs. Trockenmasse, g/Gefäß). (1) Variante. a) Kontrolle (ungedüngt); b) Harnstoff; c) Kalkammonsalpeter; d) $\text{GD}_{5\%}$. (2) Brauner Waldboden. (3) Karbonathaltiger Sandboden. (4) Mittelwert.

Tab. 4. Wirkung der N-Düngung auf die Zersetzung von Weizenstroh und Maisstengel (Menge des zersetzten Stoffes, g/Gefäß). (1) Variante. a) — d): s. Tab. 3. (2) Weizenstroh. (3) Brauner Waldboden. (4) Karbonathaltiger Sandboden. (5) Maisstengel.

Tab. 5. Wirkung der N-Dünger auf die Zersetzung des Lignins in Weizenstroh und Maisstengel (Menge des restlichen Ligningehaltes, mg/Test). (1) Variante. a) — c): s. Tab. 3. (2) Brauner Waldboden. (3) Weizenstroh. (4) Maisstengel. (5) Karbonathaltiger Sandboden.

Tab. 6. Fraktionszusammensetzung des zersetzten, sowie des restlichen Teiles von Weizenstroh und Maisstengel. (1) Variante. a) — c): s. Tab. 3. (2) Weizenstroh. (3) Zersetzter organischer Stoff; (4) Stroh, ‰. (5) Ligninfreier Teil, ‰. (6) Lignin, ‰. (7) Lignin im restlichen Stroh, ‰. (8) Maisstengel. (9) Stengel, ‰. (10) Lignin in den restlichen Stengeln, ‰. A. Brauner Waldboden. B. Karbonathaltiger Sandboden.

Tab. 7. Gestaltung der Anzahl von Bakterien, Strahlenpilzen und Pilzen infolge der N-Düngung. (Zusammengezogene Tabelle der Resultate und der Varianzberechnung.) (1) Variante. a) — c): s. Tab. 3. d) $\text{GD}_{5\%}$ zwischen je zwei beliebigen Kombinationen. (2) Brauner Waldboden. (3) Anzahl der Bakterien $\times 10^6$; (4) Anzahl der Strahlenpilze $\times 10^6$; (5) Anzahl der Pilze $\times 10^5$; (6) Gesamte Keimzahl $\times 10^6$. (7) Karbonathaltiger Sandboden. (8) Zusammengezogene Varianztabelle. (9) Faktor. e) Insgesamt; f) Wiederholung; g) Variante; h) Faktor A; i) Faktor B; j) Wechselwirkung $A \times B$; k) Fehler.

Влияние азотных минеральных удобрений на урожай силосной кукурузы и на почвенно-биологические процессы

М. БРЕЗОВЧИК-АНТАЛ, Ф. ГУЯШ и Б. ТОТ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук, Будапешт
и Научно-исследовательский институт тяжелой химической промышленности, Кестхей

Резюме

Продолжали вегетационные опыты с силосной кукурузой и лабораторные исследования для того, чтобы установить, в какой мере различные формы азотных минеральных удобрений (нитрат аммония, мочевины, Нитросол-28 и Петская соль) влияют на урожай подпытной культуры, на минерализацию стеблей кукурузы и пшеничной соломы, а также на формирование численности почвенных бактерий, лучистых грибов и грибов. Вегетационные опыты вели на бурой лесной почве по Раманну

(Кестхей) и на слабогумусированной, карбонатной песчаной почве (Эрботтян). По результатам проведенных опытов можно сделать следующие выводы:

Азотные минеральные удобрения достоверно увеличили урожаи как по сравнению с контролем без удобрений, так и по сравнению с внесением только фосфорных и калийных минеральных удобрений.

В бурой лесной почве, хорошо обеспеченной усвояемыми минеральными элементами питания, только Петская соль достоверно увеличила интенсивность минерализации пшеничной соломы, на разложение кукурузных стеблей азотные минеральные удобрения не оказали достоверного влияния. На карбонатных песчаных почвах бедных питательными элементами — за исключением внесения NH_4NO_3 в небольших дозах — каждый вариант с внесением азотных минеральных удобрений показал увеличение интенсивности разложения пшеничной соломы. В этой почве не наблюдали достоверного увеличения интенсивности разложения кукурузных стеблей только при внесении небольших доз Нитросоля.

Одностороннее внесение фосфорных и калийных минеральных удобрений достоверно увеличило в песчаной почве по сравнению с контролем численность бактерий и лучистых грибов, в бурой лесной почве вызвало снижение их численности.

Под влиянием внесения азотных минеральных удобрений на фоне фосфора и калия в бурой лесной почве по Раманну увеличилась численность бактерий, лучистых грибов и грибов по сравнению с контролем, в карбонатной песчаной почве численность бактерий и лучистых грибов. Численность грибов вообще снижалась, за исключением варианта с внесением NH_4NO_3 .

Табл. 1. Основные агрономические показатели для исследованных почв. (1) Показатели: а) Число связности по Арань; б) Общее содержание воднорастворимых солей, %; с) Гумус по Тюрину, %; d) $\text{AL-P}_2\text{O}_5$, ppm; e) $\text{AL-K}_2\text{O}$, ppm; (2) Место взятия образцов: Кестхей и Эрботтян (Венгрия).

Табл. 2. Варианты опыта и использованные в опыте питательные вещества. (1) Вариант. а) Контроль; б) Мочевина; с) Петская соль. (2) Действующее начало минерального удобрения, мг/сосуд. (3) Азотное минеральное удобрение, г/сосуд.

Табл. 3. Влияние азотных минеральных удобрений на урожай силосной кукурузы (абсолютно сухой вес, г/сосуд). (1) Вариант. а) Контроль; б) Мочевина; с) Петская соль; d) $\text{CHP}_{5\%}$. (2) Бурая лесная почва. (3) Карбонатный песок. (4) Среднее.

Табл. 4. Влияние азотных минеральных удобрений на минерализацию пшеничной соломы и кукурузных стеблей (разрушенное вещество, г/сосуд). (1) Вариант. От а) до d) смотри в таблице 3. (2) Пшеничная солома. (3) Бурая лесная почва. (4) Карбонатный песок. (5) Кукурузные стебли.

Табл. 5. Влияние азотных минеральных удобрений на разрушение лигнина пшеничной соломы и кукурузных стеблей (остаточный лигнин, мг/тест). (1) Вариант. От а) до с) смотри в таблице 3. (2) Бурая лесная почва. (3) Пшеничная солома. (4) Кукурузные стебли. (5) Карбонатный песок.

Табл. 6. Фракциональный состав разрушенных пшеничной соломы и кукурузных стеблей, а также оставшейся части. (1) Вариант. От а) до с) смотри в таблице 3. (2) Пшеничная солома. (3) Разрушенное органическое вещество. (4) Солома, %. (5) Часть без лигнина, %. (6) Лигнин, %. (7) Лигнин в оставшейся соломе, %. (8) Кукурузные стебли. (9) Стебель, %. (10) Лигнин в оставшемся стебле, %. А. Бурая лесная почва. В. Карбонатная песчаная почва.

Табл. 7. Формирование численности бактерий, лучистых грибов и грибов под влиянием азотных минеральных удобрений. (Обобщенные результаты и вариационная таблица). (1) Варианты. От а) до с) смотри в таблице 3. d) $SNP_{5\%}$ между двумя любыми комбинациями. (2) Бурая лесная почва. (3) Численность бактерий $\times 10^6$. (4) Численность лучистых грибов $\times 10^6$. (5) Численность грибов $\times 10^5$. (6) Общее количество зародышей. (7) Карбонатный песок. (8) Обобщенная вариационная таблица. (9) Фактор. е) Всего; f) Повторность; g) Обработка; h) А-фактор; i) В-фактор; j) Взаимодействие А \times В; k) Погрешность. (10) Степень свободы. (11) Сумма квадратов. (12) Среднее квадратичное отклонение.